

폐기된 라듐(Ra-226)선원 안전조치

최광섭, 한은덕, 이정돈, 정진우

한국방사성폐기물관리공단, 대전시 유성구 대덕대로 1045

choiks@krmc.or.kr

1. 서론

원자력발전과 방사성동위원소(RI ; Radioisotope)를 이용하는 과정에서 필연적으로 방사성폐기물이 발생된다. 한국방사성폐기물관리공단 RI관리팀에서 운영중인 RI폐기물 폐기시설에 저장관리중인 폐기된 라듐선원을 장기간 보관할 경우 α 붕괴를 일으켜 라돈가스를 방출하게 된다. RI폐기시설내의 공기중 방사능농도를 개선시켜 방사선작업 종사자의 피폭 예방 및 저감화에 기여하고 추후 경주 방폐물처분장으로 이송시 운반요건을 충족시키고 RI폐기물 관리의 안전성을 위해 한국방사성폐기물관리공단 RI관리팀에서는 국내에 저장중인 폐기된 라듐선원을 누설사고 없이 성공적으로 안전조치작업을 수행하였다.

2. 본론

2.1 잘 쓰면 약이 되는 라듐

라듐(Ra-226)선원은 반감기가 1600년으로 길고 장기간 보관할 경우 α 붕괴를 일으켜 딸 핵종으로 라돈가스를 방출하게 된다. 이 라돈가스는 2 ~ 3일이 지나면 다른 방사성원소로 붕괴되고, 붕괴된 원소가 대기의 먼지를 끌어들여 공기오염의 원인이 되기도 한다.

1988년 라듐을 발견한 퀴리부인은 암 치료에 사용할 것이라며 특허를 내자는 주변의 권유를 뿌리치고 라듐 분리기술을 모두에게 공개 하였다. 그 뒤로 라듐은 기적의 물질이라 불리며 치약과 물, 화장품 등에 포함되어 선풍적인 인기를 얻었다. 하지만 제대로 된 연구가 없었던 탓에 부작용이 발생하게 되었고 1931년 라듐의 시판이 금지되었다.

그로부터 80여년이 지난 지금 라듐은 전문적인 연구를 거치면서 우리생활에 유용한 물질로 자리 잡았다. 무엇보다 병원에서 암 진단 및 치료에 가장 널리 쓰이고 있다. 피부와 신경통, 피로회복 등에 좋다고 알려진 라돈 탕 또한 라듐성분이 들어

있는데 이와 같은 쓰임새만 봐도 라듐이 우리생활에 얼마나 많은 영향을 미치고 있는지 알 수 있다.

2.2 폐라듐 안전조치작업 절차

폐기된 라듐선원 안전처리 기술은 IAEA와 오스트리아 Seibersdorf 연구소가 공동으로 개발한 프로그램으로 국제적으로 인정된 기술이다. 1999년 IAEA로부터 기술전수를 받은 뒤 2000년부터 2004년까지 IAEA의 지원 하에 한국원자력연구원과 한국전력에서 동남아 4개국(태국, 미얀마, 싱가포르, 쿠웨이트)을 대상으로 안전조치를 수행했던 경험이 있다.

라듐선원의 안전조치 작업에 앞서 각종 필요장비를 설치 및 점검하고 안전성을 확인한 후 접수, 이동, 용접, 누설시험 구역 등 4개 작업구역을 설정하였다.

공단에서는 2010년 3월부터 안전처리 작업을 시작하여 총 478개의 선원중 이미 밀봉되었거나 더 이상 안전조치가 불가능한 선원 39개를 제외한 439개 선원에 대하여 자체인력만으로 안전조치작업을 수행하였다.

먼저 RI이용기관으로부터 의뢰받은 선원증명서와 선원이 일치하는지를 확인하여 장기 저장 및 처분을 위해 선원의 규격, 방사능량, 형태, 수량 등의 정보를 보존하는 작업을 수행한다. 폐기된 라듐 선원의 형태는 튜브, 침상, 원판, 분말형태로 선원 이력에 대한 확인 작업을 먼저 시행한다. 원통형의 납 차폐용기는 9개의 작은 캡슐과 1개의 큰 캡슐을 넣을 수 있도록 제작되어 있는데 하나의 캡슐에 약 50 mg씩 분배하여 봉합 처리하여 납 차폐용기 한 개에 500mg 이내로 분배한다.

이 과정에서 발생할 수 있는 라돈가스는 후드와 필터를 통해 2차로 공기정화후 시설내 환기설비에 연결되어 있으므로 안전하다.

Table 1. Type of spent radium source

Type	Diameter (mm)	Length (mm)	Activity (mCi)	비고
튜브	5.0 ~ 10.0	25 ~ 40	1.5 ~ 40	
침상	1.1 ~ 1.95	11 ~ 58	1 ~ 3	
원판	60	5	0.01	
분말	-	-	-	

분배과정을 거친 캡슐은 아르곤 용접을 통해 누설 여부를 검사한다. 만약 누설이 감지되면 다시 용접을 실시한다. 10개의 캡슐에 담긴 라듐선원은 납 차폐용기로 포장되며 차폐용기 표면에는 방사능량과 수량 등의 정보와 위치를 기록한다. 아르곤용접을 통해 밀봉한 납 차폐용기는 콘크리트로 채워진 차폐드럼에 넣어 안전하게 관리한다. 이렇게 함으로써 다중 차폐기능을 강화하고 방사능 누설여부를 점검하는 등 안전성을 최우선으로 작업을 수행하였다. 안전조치작업 추진절차를 요약하면 아래와 같다.

항 목	내 역	비 고
	<ul style="list-style-type: none"> 장비설치 및 작업구역 설정 용기이송/해체 등 	
	<ul style="list-style-type: none"> 선원의 방사능량 측정 캡슐에 방사선원 분배 (50mg 이하) 및 장입 	
	<ul style="list-style-type: none"> 캡슐의 일련번호 부여 캡슐의 아르곤 용접 	
	<ul style="list-style-type: none"> 밀봉된 캡슐의 누설시험 	
	<ul style="list-style-type: none"> 밀봉된 캡슐을 납 차폐용기내 포장 콘크리트 차폐드럼에 납 차폐용기를 넣음 	

3. 결론

폐기된 라듐선원의 안전조치작업 수행결과 다음과 같은 커다란 의미를 갖고 있다.

첫째, 그동안 IAEA의 지원 아래 동남아시아에서 수행한 경험을 통해 익힌 기술력을 활용하여 공단 자체 인력으로 독자적으로 수행하였고, 향후 동남아 일부 국가들의 폐기된 라듐 안전조치작업을 수행해 줄 수 있는 능력을 갖추었다.

둘째, 비표준 용기(439개/24상자)로 관리하던 것을 200리터 표준용기 5드럼으로 안정화하여 RI폐기물 관리의 안전성 및 효율성에 큰 효과를 나타내었다.

셋째, RI폐기물 폐기시설내의 공기중 방사능 농도(Rn-222 가스 농도)를 개선시켜 세계기준의 기준값에 근접하게 되었다. 따라서 방사선 작업중사자의 피폭예방 및 저감화에 기여하여 세계적인 방사성폐기물관리 전담기관으로 거듭날 수 있는 발판을 마련하였다.

4. 참고문헌

- [1] 한국방사성동위원소협회, "Radioisotope Handbook", p.19. 51. 76. (1980)
- [2] 최병일 외, "Spent Radium Sources Conditioning Operation in Thailand", NETEC-RPT-01/2001.
- [3] "Technical Manual for Conditioning of Spent Radium Sources", Internal IAEA Working Material, IAEA, Vienna(1998).
- [4] "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material", Safety Standards Series No. ST-1, IAEA, Vienna(1996).